

**Milho e *Brachiaria ruziziensis*  
em Rotação com a Soja para  
Manejo do Nematóide Reniforme**





ISSN 1679-0456

Dezembro, 2015

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agropecuária Oeste  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 71**

## **Milho e *Brachiaria ruziziensis* em Rotação com a Soja para Manejo do Nematóide Reniforme**

Guilherme Lafourcade Asmus  
Alceu Richetti

**Embrapa Agropecuária Oeste**  
Dourados, MS  
2015

## **Embrapa Agropecuária Oeste**

BR 163, km 253,6 – Trecho Dourados-Caarapó

79804-970 Dourados, MS

Caixa Postal 449

Fone: (67) 3416-9700

Fax: (67) 3416-9721

www.embrapa.br/

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

## **Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*

Secretária-Executiva: *Silvia Mara Belloni*

Membros: *Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Danilton Luiz Flumignan, Ivo de Sá Motta, Marciana Retore, Michely Tomazi, Oscar Fontão de Lima filho e Tarcila Souza de Castro Silva*

Membros suplentes: *Augusto César Pereira Goulart e Crêbio José Ávila*

Supervisora editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Revisora de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*

Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Foto da capa: *Alceu Richetti*

## **1ª edição**

On-line (2015)

### **Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei Nº 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Agropecuária Oeste

---

Asmus, Guilherme Lafourcade

Milho e *Brachiaria ruziziensis* em rotação com a soja para manejo do nematoide reniforme / Guilherme Lafourcade Asmus, Alceu Richetti. – Dourados, MS : Embrapa Agropecuária Oeste, 2015.

29 p. ; 16 cm. X 21 cm. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 71).

1. Rotação de cultura. 2. Planta daninha – Controle químico – Herbicida. 3. *Glycine max*. 4. *Zea mays*. 5. *Rotylenchulus reniformis*. 6. Braquiária – Análise econômica. I. Richetti, Alceu. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Título. IV. Série.

---

CDD 636.39089

© Embrapa 2015

# Sumário

<b>Resumo</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	7
<b>Introdução</b> .....	8
<b>Material e Métodos</b> .....	9
<b>Resultados e Discussão</b> .....	12
<b>Conclusão</b> .....	16
<b>Referências</b> .....	17



# Milho e *Brachiaria ruziziensis* em Rotação com a Soja para Manejo do Nematóide Reniforme

---

Guilherme Lafourcade Asmus<sup>1</sup>

Alceu Richetti<sup>2</sup>

## Resumo

Durante o período compreendido entre outubro de 2005 e março de 2008 foi conduzido um experimento em campo, em Maracaju, MS, com o objetivo de avaliar o efeito da rotação anual ou bianual de soja com milho ou *Brachiaria ruziziensis* sobre a densidade populacional do nematóide reniforme, *Rotylenchulus reniformis*, em solo naturalmente infestado, e o rendimento econômico dos diferentes sistemas de rotação. O monocultivo de soja foi utilizado como padrão de comparação. A densidade populacional do nematóide decresceu em todas as parcelas onde foram utilizados milho ou *B. ruziziensis* por uma ou, principalmente, duas estações. No entanto, a população voltou a elevar-se após o retorno do cultivo de soja suscetível. Não houve diferença na produtividade de soja após os diferentes esquemas de rotação. Os sistemas que utilizaram rotação com a cultura do milho foram economicamente mais eficientes do que os que utilizaram rotação com *B. ruziziensis* ou do que o monocultivo de soja.

---

<sup>(1)</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

<sup>(2)</sup> Administrador, mestre em Administração, analista da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Termos para indexação: *Glycine max*, *Rotylenchulus reniformis*, *Zea mays*, milho, capim-braquiária, análise econômica.



# Crop Rotation with Corn and *Brachiaria Ruziziensis* for the Management of the Reniform Nematode on Soybean Crop

---

## Abstract

*From October 2005 to march 2008, a field trial was carried out to evaluate the effect of one or two-season crop rotation of soybean to corn and ruzizi grass on the population density of *Rotylenchulus reniformis* in naturally infested soil, and on the economic efficiency of the rotation systems. Monocropping to susceptible soybean was used as standard treatment. Lower nematode densities were observed in all plots where corn or ruzizi grass were grown for one or two seasons, but reached again high values just after one season of susceptible soybean cultivar. There were no increases on soybean yields after any of the tested crop rotations. Crop rotation systems using corn crop were economically more efficient than monocropping soybean or crop rotation to ruzizi grass.*

*Index terms: Glycine max, Rotylenchulus reniformis, Zea mays, corn, ruzizi grass, economical analysis.*

## Introdução

O nematóide reniforme, *Rotylenchulus reniformis* Lindford & Oliveira 1940, é um importante parasita de várias culturas de interesse econômico (ROBINSON et al., 1997). No Brasil, *R. reniformis* foi considerado por muito tempo um patógeno secundário para a cultura da soja. Entretanto, sua ocorrência tem aumentado expressivamente, principalmente no Estado de Mato Grosso do Sul (ASMUS, 2005), constituindo-se em importante problema fitossanitário.

Embora a literatura indique que algumas cultivares de soja apresentam alta resistência ao nematóide reniforme (ASMUS, 2008; ROBBINS; RAKES, 2006; ROBBINS et al., 2002; ROBINSON, 2002), no Brasil, são poucas as que aliam resistência a *R. reniformis* a outras características agrônômicas desejáveis, tais como precocidade, resistência a glifosato e alta produtividade, de forma a serem recomendadas para cultivo (DIAS et al., 2010).

A densidade populacional do nematóide reniforme no solo varia em função do manejo cultural das áreas infestadas (CASWELL et al., 1991; SEREIA et al., 2007). O uso de culturas não hospedeiras em rotação com a cultura da soja configura-se como importante possibilidade de manejo do nematóide reniforme. Experimentos realizados em áreas de produção de algodão indicam que a rotação de culturas com milho, soja resistente e *Brachiaria ruziziensis* (ASMUS; RICHETTI, 2010; DAVIS et al., 2003) promovem a redução da densidade populacional do nematóide no solo, com reflexos positivos sobre a produção de algodão.

A introdução de pastagens perenes nos sistemas agrícolas, como coberturas vegetais para o plantio direto ou como forrageiras em sistema integrado lavoura-pecuária, tem sido uma importante ferramenta para a diversificação de sistemas de produção agrícola. A braquiária, implantada após a colheita da soja permite seu uso como pastagem perene, por dois ou mais anos, como forrageira anual na safrinha, ou como planta de cobertura para o plantio direto (MACHADO et al., 2011).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da rotação anual ou bianual de soja com milho ou *Brachiaria ruziziensis* sobre a densidade populacional do nematóide reniforme, *Rotylenchulus reniformis*, e o rendimento econômico dos diferentes sistemas de rotação.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido entre outubro de 2005 e março de 2008, em área naturalmente infestada (276,7 nematoides/200 cc de solo) na Fazenda Experimental da Fundação MS, Município de Maracaju, MS, que vinha sendo cultivada com a sucessão soja/aveia.

Os tratamentos, constituídos das diferentes rotações de culturas anuais ou bianuais (Tabela 1) foram implantados em parcelas de 4,5 m de largura e 8 m de comprimento (36 m<sup>2</sup>), num delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. A adubação e os tratos culturais das diferentes culturas seguiram as recomendações técnicas para a região (CECCON; XIMENES, 2006; TECNOLOGIAS..., 2006).

**Tabela 1.** Sistemas de rotação de culturas (tratamentos) estabelecidos durante três anos agrícolas para o manejo do nematóide reniforme em área de produção de soja naturalmente infestada, em Maracaju, MS.

Tratamento	2005/2006	2006/2007	2007/2008
S – S – S	Soja "BR 16"	Soja "BRS 239"	Soja "BR 16" / "MSOY 8001"
S – M – S	Soja "BR 16"	Milho "Maximus"	Soja "BR 16" / "MSOY 8001"
S – B – S	Soja "BR 16"	<i>B. ruziziensis</i>	Soja "BR 16" / "MSOY 8001"
M – M – S	Milho "Maximus"	Milho "Maximus"	Soja "BR 16" / "MSOY 8001"
B – B – S	<i>B. ruziziensis</i>	<i>B. ruziziensis</i>	Soja "BR 16" / "MSOY 8001"

No ano agrícola 2007/2008, as parcelas foram subdivididas e semeadas com duas cultivares de soja: BR 16 (suscetível) e MSOY 8001 (resistente).

S = soja, M = milho, B = *Brachiaria ruziziensis*.

A cultura do milho foi semeada no espaçamento de 0,80 m entre linhas. A soja e a forrageira foram semeadas no espaçamento de 0,45 m entre linhas. No caso da *B. ruziziensis*, utilizaram-se 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes com valor cultural de 47%. Após o estabelecimento da forrageira, foram realizados cortes periódicos da parte aérea, simulando pastejo, durante todo o período das rotações (um ou dois anos), de forma que a altura das plantas fosse mantida entre 0,2 m e 0,4 m. As parcelas cultivadas com culturas anuais (soja e milho) foram mantidas em pousio durante as entressafras.

As rotações de culturas foram estabelecidas de maneira que no terceiro ano agrícola todas as parcelas foram semeadas com soja, ocasião em que as parcelas foram subdivididas em duas subparcelas de 18 m<sup>2</sup>, semeadas respectivamente com cultivar suscetível (BR 16) ou resistente (MSOY 8001) ao nematóide reniforme. Com exceção da semeadura da *B. ruziziensis*, que foi realizada manualmente, todas as operações agrícolas foram mecanizadas.

A densidade populacional do nematóide no solo foi estimada em seis ocasiões: a) no início de cada ano agrícola (P1, P3 e P5), coincidindo com a semeadura das culturas anuais; b) no final de cada ano agrícola (P2, P4 e P6), coincidindo com a colheita das culturas anuais. Por ocasião da floração da soja, cultivada no terceiro ano agrícola, quantificou-se o número de nematoides reniformes nas raízes.

Para a estimativa da densidade populacional do nematóide no solo, em cada parcela foram coletadas ao acaso oito subamostras de solo na profundidade de 0 – 20 cm, com o auxílio de um trado. As subamostras foram homogeneizadas para formar uma amostra composta e encaminhadas ao laboratório de nematologia da Embrapa Agropecuária Oeste, onde se procedeu à extração dos nematoides do solo (JENKINS, 1964).

Para a avaliação do nematóide nas raízes de soja, coletou-se, com o auxílio de enxadão, o sistema radicular de oito plantas obtidas ao acaso, de cada

parcela. Uma vez no laboratório, as raízes foram lavadas em água corrente, deixadas sobre papel toalha por 20 minutos e picadas em fragmentos de aproximadamente 1,0 cm para serem processadas pelo método de Coolen e D'Herde (1972).

Após extraídos do solo ou das raízes, os nematoides foram inativados em banho-maria (55 °C/ 5 min.) e mantidos em formalina (2%). A determinação do número de nematoides em alíquotas de 1,0 mL foi realizada em câmara de Peters, sob microscópio óptico. Dos resultados obtidos nas avaliações realizadas no início ( $P_i = P_1$ ) e final ( $P_f = P_5$ ) do período das rotações de culturas com milho ou *B. ruziziensis*, estimou-se a variação populacional dos nematoides nos diferentes sistemas de rotação ( $FR = P_f/P_i$ ), onde FR representa o fator de reprodução do nematóide durante o período de cultivo das plantas usadas na rotação de culturas.

Ao final do ciclo das culturas anuais, foram colhidas e pesadas as produções de grãos dos 4,5 m<sup>2</sup> e 8,0 m<sup>2</sup> centrais das parcelas de soja e milho, respectivamente, e estimadas as produtividades por hectare, com umidade corrigida para 13%. A produção de matéria seca de *B. ruziziensis* foi estimada coletando-se, em cada parcela, a parte aérea (folhas e colmos) delimitada por dois aros de metal com 0,5 m<sup>2</sup>, em 19/1/2006, 2/3/2006, 22/5/2006, 31/10/2006, 14/12/2006, 9/1/2007, 16/3/2007 e 30/5/2007. A partir de 30/5/2007 *B. ruziziensis* foi mantida nas parcelas e dessecada com glifosato (2,0 l.ha<sup>-1</sup>), para formação de cobertura morta (palhada), visando à semeadura direta da soja.

Os dados de todas as avaliações foram submetidos à análise de variância e ao teste de Duncan para comparação de médias.

Os dados dos rendimentos de grãos de soja e milho, assim como da produção de matéria seca de *B. ruziziensis*, foram utilizados para simulação do resultado econômico de cada sistema. No caso de milho e soja, foram utilizadas informações sobre os custos de produção das safras de 2005/2006 a 2007/2008 (RICHETTI 2006a, 2006b, 2007a; RICHETTI; STAUT, 2005; RICHETTI et al., 2005). Com relação à braquiária,

considerou-se o custo de implantação da pastagem e a produção de carne bovina, em função da produção de matéria seca disponível para pastoreio.

Na avaliação econômica, os custos de produção e os preços relativos às safras 2005/2006 a 2007/2008 foram corrigidos para o mês de julho de 2015, utilizando-se Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP – DI), da Fundação Getúlio Vargas.

O resultado econômico foi medido pela renda líquida, que é a diferença entre receita e custo total (custo operacional e remuneração dos fatores de produção). O custo operacional na agricultura foi representado pelos gastos com insumos (sementes, fertilizantes, herbicidas, inseticidas e outros), operações de máquinas agrícolas (combustíveis, manutenção e mão de obra), outros custos e pela depreciação do capital físico (máquinas, equipamentos e benfeitorias). Na remuneração dos fatores de produção incluíram-se a remuneração do fator terra, representado pelo valor do arrendamento por hectare e a remuneração do capital de custeio e de investimento. Já a receita foi estimada com base no valor de mercado da produção obtida em cada sistema. Também foram usados os indicadores de eficiência, rentabilidade e lucratividade.

## Resultados e Discussão

A amostragem prévia à implantação do experimento (P1) indicou que a densidade populacional de *R. reniformis* era, em média, de 276,7 nematoides/200 cc de solo. A ausência de diferenças estatisticamente significativas entre as parcelas na avaliação realizada em 10/11/2005 (P1) indica que a distribuição do nematóide estava uniforme na área experimental (Tabela 2).

**Tabela 2.** Densidade populacional de *Rotylenchulus reniformis* no solo (indivíduos/ 200 cc de solo) ao longo de três anos em diferentes programas de rotação de culturas envolvendo milho e *Brachiaria ruziziensis*, em Maracaju, MS.

Tratamento	P1 (Pi)	P2 (Pf)	P3 (Pi)	P4 (Pf)	P5 (Pi)	P6B (Pf)	P6M (Pf)
S – S – S	248,7 a	757,5 ab	623,7 a	425,0 a	1.146,2 a	4.253,7 a	848,7 a
S – M – S	288,5 a	673,7 a	1.000,0 a	487,5 a	886,2 a	4.080,0 ab	823,7 a
S – B – S	367,5 a	2.023,7 a	621,2 a	401,2 a	590,0 ab	4.280,6 ab	618,7 a
M – M – S	245,0 a	322,5 b	247,5 ab	135,0 b	282,5 b	785,0 b	405,0 a
B – B – S	233,7 a	108,7 b	137,5 b	55,0 b	106,2 b	370,6 b	181,8 a
F	0,87	4,52	3,34	5,32	5,99	3,61	1,38
p	> 0,05	0,018	0,046	0,010	0,006	0,037	> 0,05
CV%	12,50	53,69	18,83	14,67	15,16	18,55	27,31

P1 = 10/11/2005; P2 = 09/03/2006; P3 = 31/10/2006; P4 = 19/03/2007; P5 = 23/10/2007; P6 = 05/03/2008.

S = soja, M = milho, B = *B. ruziziensis*.

PI = população inicial no ano agrícola; Pf = população final no ano agrícola.

P6B = População final na cultivar "BR 16"; P6M = População final na cultivar "MSOY-8001".

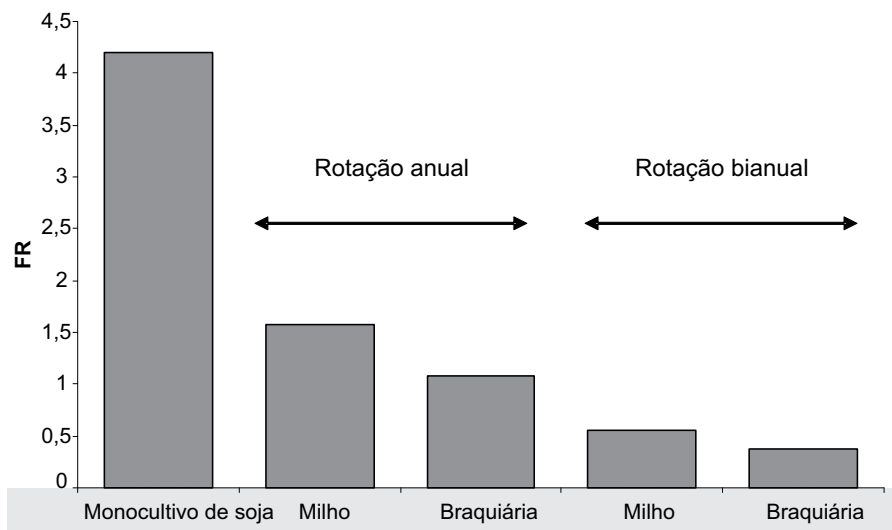
Valores médios de quatro repetições. Quando seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan (p<0,05).

Durante o período experimental, a densidade populacional de *R. reniformis* no solo variou em função dos tratamentos. A maior densidade populacional (4.253,7 nematoides/200 cc de solo) foi observada ao final da terceira safra, na cultivar de soja suscetível, em sistema de monocultivo; a menor (55,0 nematoides/200 cc de solo) foi verificada no tratamento com rotação bianual com *B. ruziziensis*, ao final da segunda safra agrícola (Tabela 2).

Ao final do primeiro ano do experimento, as parcelas com gramíneas (milho ou *B. ruziziensis*) apresentavam densidade populacional do nematóide menor do que aquela observada nas parcelas semeadas com soja. O efeito observado no primeiro ano de rotação com *B. ruziziensis* se manteve até a época de plantio da segunda safra (P3).

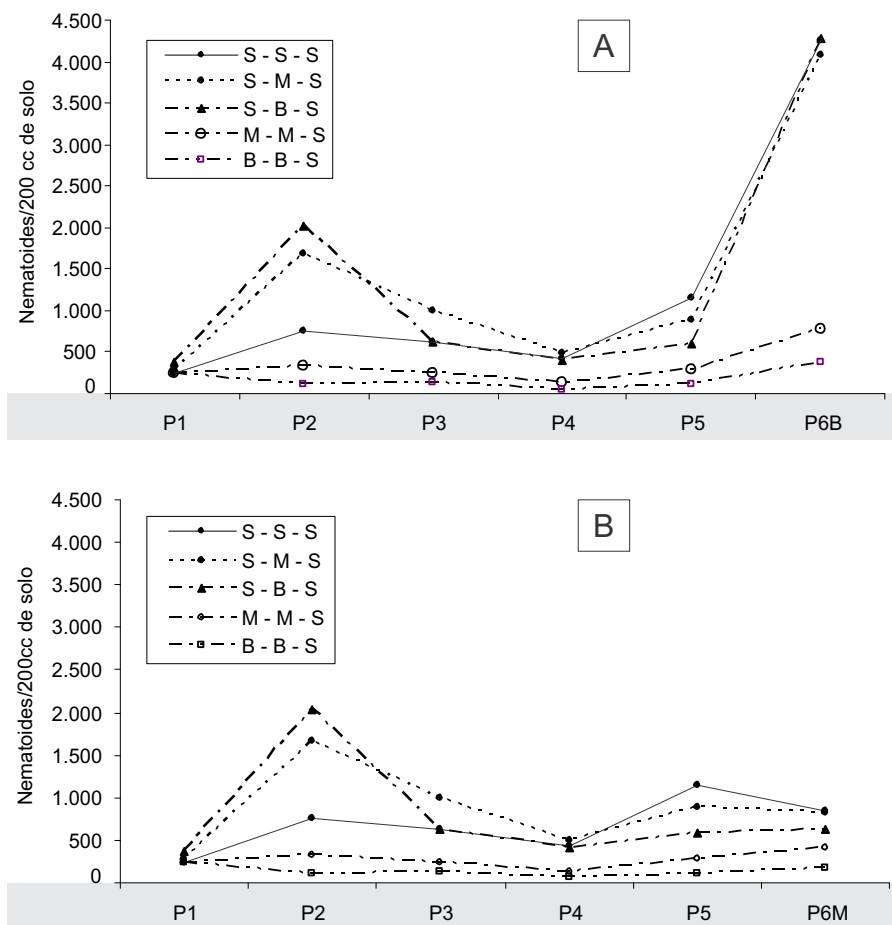
Ao final da segunda safra (P4), o efeito da rotação com milho ou *B. ruziziensis* se acentuou. Não houve diferenças significativas na densidade populacional de *R. reniformis* nas parcelas cultivadas com milho ou *B. ruziziensis*, porém o efeito da duração da rotação de culturas ficou evidente, sendo a densidade populacional do nematóide significativamente menor, na rotação bianual, em comparação à rotação anual ou ao monocultivo de soja. A variação populacional do nematóide no solo, até o momento de retorno do plantio de soja após o período das rotações de cultura, avaliada pelo Fator de Reprodução ( $FR = P5/P1$ ), expressa os efeitos cumulativos dos tratamentos em relação ao monocultivo de soja (Figura 1). Observa-se que o FR nos tratamentos com rotação bianual de *B. ruziziensis* ou rotação anual com *B. ruziziensis* ou milho diferiram significativamente do FR obtido nas parcelas com soja em monocultivo. Considerando a cultura do milho, fica evidente a necessidade da rotação bianual, para que os efeitos sobre a diminuição da densidade populacional do nematóide reniforme se manifeste de forma significativa, em comparação com o monocultivo de soja.





**Figura 1.** Variação da densidade populacional (FR) do nematóide reniforme após um ou dois anos de rotação de culturas com milho ou *B. ruziziensis*, comparado ao monocultivo de soja, em Maracaju, MS.

O uso de cultivares de soja, resistente ou suscetível a *R. reniformis*, no terceiro ano agrícola, exerceu expressivo efeito sobre a densidade populacional do nematóide no solo (Figura 2). Sob efeito da cultivar suscetível (BR 16), a densidade populacional do nematóide no solo voltou a aumentar significativamente, exceção feita aos tratamentos com rotação bianual de culturas, seja com milho ou com *B. ruziziensis* (Figura 2A). Por outro lado, o cultivo de soja resistente (MSOY-8001) evitou que a densidade populacional do nematóide no solo aumentasse durante o ciclo da soja (Figura 2B), de forma que ao final do ciclo (P6) esta estivesse significativamente igual em todos os tratamentos.



**Figura 2.** Densidade populacional de *Rotylenchulus reniformis* (nematóides/ 200cc de solo) durante o período experimental, em função dos diferentes sistemas de rotação de culturas e das cultivares de soja cultivadas após as rotações. A = suscetível (BR16); B = resistente (MSOY 8001), em Maracaju, MS.

S = Soja; M = Milho; B = *B. ruziziensis*

P1 = 10/11/2005; P2 = 09/03/2006; P3 = 31/10/2006; P4 = 19/3/2007; P5 = 23/10/2007; P6 = 5/3/2008.

Os efeitos das rotações bianuais com *B. ruziziensis* ou milho fizeram-se notar no número de nematoides presentes nas raízes de soja cultivada na sequência (Tabela 3), que foi significativamente menor do que no tratamento de monocultivo de soja. Considerando-se esta variável, fica evidente a necessidade da rotação bianual para o adequado manejo do nematóide reniforme. É importante ressaltar o efeito da suscetibilidade da cultivar sobre o número de nematoides reniformes nas raízes da soja (Tabela 3), sendo este mais de cinco vezes maior nas raízes da cultivar suscetível BR 16, em comparação com a cultivar resistente MSOY 8001.

**Tabela 3.** Nematoides da espécie *Rotylenchulus reniformis* por grama de raiz (NGR) de soja em função de diferentes sistemas de rotação de culturas com milho ou *Bracharia ruziziensis* e da cultivar de soja, suscetível (BR 16) ou resistente (MSOY 8001), semeada após as rotações, em Maracaju, MS.

Tratamento <sup>(1)</sup>	NGR
Efeito do Sistema de Rotação	
S – S – S	69,47 a
S – M – S	45,48 ab
S – B – S	47,81 ab
M – M – S	16,10 bc
B – B – S	3,72 c
F	5,16
p	< 0,01
Efeito da cultivar	
BR 16	62,04 a
MSOY 8001	11,03 b
F	19,35
p	< 0,01

<sup>(1)</sup>S = soja, M = milho, B = *B. ruziziensis*

Valores originais, média de quatro repetições. Para efeito de análise estatística, os dados foram transformados em  $\sqrt{x+0,5}$ .

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ).

Ao avaliarem a densidade populacional de *R. reniformis* no solo onde se cultivava soja em diferentes sistemas de produção, Sereia et al. (2007) verificaram que a população do nematoide manteve-se muito baixa após oito anos de cultivo de soja em sistema de integração lavoura-pecuária com rotações bianuais com *B. brizantha* (4 nematoides/300 cc de solo). Em sistema de rotação de culturas com milho no verão e trigo, aveia ou nabo-forrageiro no inverno, em semeadura direta a população foi de 24 nematoides/300 cc de solo, enquanto que no monocultivo de soja, em plantio convencional, atingiu 3.424 nematoides/300 cc de solo, evidenciando que sistemas mais diversificados de produção agrícola, com rotações com culturas não hospedeiras, podem limitar o crescimento populacional de *R. reniformis* no solo.

Este experimento mostra que, em situação em que *R. reniformis* já está estabelecido em solo agrícola, a rotação de culturas com espécies não hospedeiras (milho e *B. ruziziensis*) pode ser uma importante prática de manejo, e também confirma resultados obtidos em experimento semelhante, em condições brasileiras, que avaliou rotações anuais e bianuais com milho, *B. ruziziensis* e soja (resistente e suscetível) na densidade populacional do nematoide no solo e na produção de algodão cultivado na sequência (ASMUS; RICHETTI, 2010). Em experimento realizado nos Estados Unidos, Davis et al. (2003) avaliaram a rotação anual de culturas com soja resistente ou milho e o uso de nematicidas, na cultura de algodoeiro cultivado na sequência. As rotações resultaram em menores densidades populacionais de *R. reniformis*, porém, os efeitos passaram a ser imperceptíveis durante a estação de crescimento do algodoeiro plantado na sequência. A produção de algodão foi significativamente maior nas parcelas após soja resistente, quando comparada com monocultivo de algodoeiro. Resultados semelhantes foram também obtidos por Gazaway et al. (2000) utilizando rotações anuais com amendoim, milho e soja resistente, e Rush et al. (1996) com as culturas de sorgo granífero, soja resistente e milho, em rotação com algodoeiro.

O melhor efeito observado das rotações bianuais em relação às rotações anuais sobre a redução da densidade populacional de *R. reniformis* pode ser explicado pela alta capacidade de sobrevivência do nematóide no solo, mesmo na ausência de plantas hospedeiras, conforme relatado por Torres et al. (2006). Na ausência de plantas hospedeiras e, principalmente, em condições de estresse hídrico, formas larvais de *R. reniformis* livres no solo entram em estado de anidrobiose, através do qual sobrevivem durante longos períodos em condições adversas (ROBINSON et al., 1997). Em experimento de campo conduzido em área naturalmente infestada por *R. reniformis* (1.040 nematoides/200 cc de solo), a rotação anual com *B. ruziziensis* reduziu a densidade populacional do nematóide, porém não o suficiente para diferir significativamente do monocultivo de soja suscetível (LEANDRO; ASMUS, 2012), reforçando a necessidade de períodos de rotação mais longos para o manejo dessa espécie de nematóide.

Confirmando os resultados obtidos por Davis et al. (2003) e Asmus e Richetti (2010) em experimentos de rotações de cultura com algodoeiro, a densidade populacional de *R. reniformis* voltou a crescer durante o cultivo de soja suscetível semeada após as rotações. É importante citar a alta dependência da presença de plantas hospedeiras para o aumento da densidade populacional de *R. reniformis*, conforme evidenciado por Asmus e Ishimi (2009), indicando a necessidade de que a rotação passe a fazer parte do manejo das áreas infestadas, ao longo do tempo, de forma a permitir a estabilidade da produção.

Os dados de rendimentos de soja, milho e *B. ruziziensis*, nos diferentes sistemas de rotação de culturas, nas três safras agrícolas (2005/2006; 2006/2007 e 2007/2008), são apresentados na Tabela 4. Levando-se em conta a receita total, a simulação econômica mostrou significativas diferenças entre os sistemas (Tabela 5). As maiores receitas foram obtidas nos tratamentos com os sistemas milho-milho-soja suscetível (R\$ 9.606,93), milho-milho-soja resistente (R\$ 9.328,11) e soja suscetível-milho-soja resistente (R\$ 9.122,34). As receitas mais baixas foram obtidas no tratamento em que se cultivou soja sobre duas safras de *B. ruziziensis*, independentemente deste tratamento ter sido o que apresentasse maior redução da densidade populacional do nematóide.

**Tabela 4.** Produtividade de soja, milho e *Brachiaria ruziziensis* nos diferentes sistemas de rotação de culturas, ao longo de três anos agrícolas, em Maracaju, MS.

Tratamento <sup>(1)</sup>	Safra 2005/2006	Safra 2006/2007	Safra 2007/2008
SS – SS – SS	SOJA 3.283,5 kg.ha <sup>-1</sup>	SOJA 2.347,3 kg.ha <sup>-1</sup>	SOJA 1.953,7 kg.ha <sup>-1</sup>
SS – M – SS	SOJA 2.864,5 kg.ha <sup>-1</sup>	MILHO 7.158,0 kg.ha <sup>-1</sup>	SOJA 2.094,9 kg.ha <sup>-1</sup>
SS – B – SS	SOJA 3.037,3 kg.ha <sup>-1</sup>	BRAQUIÁRIA 10.417,5 kg mat. seca.ha <sup>-1</sup>	SOJA 1.834,7 kg.ha <sup>-1</sup>
M – M – SS	MILHO 8.362,3 kg.ha <sup>-1</sup>	MILHO 7.096,9 kg.ha <sup>-1</sup>	SOJA 2.127,7 kg.ha <sup>-1</sup>
B – B – SS	BRAQUIÁRIA 9.782,3 kg mat. seca.ha <sup>-1</sup>	BRAQUIÁRIA 4.100,8 kg mat. seca.ha <sup>-1</sup>	SOJA 2.070,8 kg.ha <sup>-1</sup>
SS – SS – SR	SOJA 3.167,5 kg.ha <sup>-1</sup>	SOJA 2.478,0 kg.ha <sup>-1</sup>	SOJA 1.976,3 kg.ha <sup>-1</sup>
SS – M – SR	SOJA 3.363,2 kg.ha <sup>-1</sup>	MILHO 7.751,5 kg.ha <sup>-1</sup>	SOJA 1.793,0 kg.ha <sup>-1</sup>
SS – B – SR	SOJA 2.811,5 kg.ha <sup>-1</sup>	BRAQUIÁRIA 9.342,5 kg.ha <sup>-1</sup>	SOJA 1.705,3 kg.ha <sup>-1</sup>
M – M – SR	MILHO 8.170,2 kg.ha <sup>-1</sup>	MILHO 7.354,8 kg.ha <sup>-1</sup>	SOJA 1.805,8 kg.ha <sup>-1</sup>
B – B – SR	BRAQUIÁRIA 8.940,5 kg mat. seca.ha <sup>-1</sup>	BRAQUIÁRIA 4.847,0 kg mat. seca.ha <sup>-1</sup>	SOJA 1.832,3 kg.ha <sup>-1</sup>

<sup>(1)</sup>SR = soja resistente, SS = soja suscetível, M = milho, B = *B. ruziziensis*

**Tabela 5.** Receita total, custo total e renda líquida dos sistemas de produção, no período de 2005/06 a 2007/08.

Tratamento <sup>(1)</sup>	Receita total (R\$)	Custo total (R\$)	Renda líquida (R\$)
SS – SS – SS	6.738,94	3.838,29	2.900,65
SS – M – SS	8.741,93	3.899,20	4.842,73
SS – B – SS	5.189,95	2.877,55	2.312,40
M – M – SS	9.606,93	3.857,74	5.749,19
B – B – SS	3.507,13	1.622,27	1.884,86
SS – SS –	6.795,94	3.838,29	2.957,65
SS – M – SR	9.122,34	3.899,20	5.223,14
SS – B – SR	4.876,87	2.877,55	1.999,32
M – M – SR	9.328,11	3.857,74	5.470,37
B – B – SR	3.237,63	1.622,27	1.615,36

<sup>(1)</sup>SR = soja resistente, SS = soja suscetível, M = milho, B = *B. ruziziensis*

Fonte: adaptado de Richetti (2006a,b; 2007); Richetti e Staut (2005); Richetti et al. (2005).

Da mesma forma, nos tratamentos em que se utilizou o milho em rotação com a soja a renda líquida foi superior à dos demais tratamentos, demonstrando que, embora o custo de produção fosse elevado, as altas produtividades da soja e do milho nas safras 2005/2006 e 2006/2007 e os preços praticados no mercado foram compensatórios. Assim, os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos milho-milho-soja suscetível (R\$ 5.749,19), milho-milho-soja resistente (R\$ 5.470,37), soja suscetível-milho-soja resistente (R\$ 5.223,14) e soja suscetível-milho-soja suscetível (R\$ 4.842,73). As menores rendas líquidas foram obtidas nas sucessões *B. ruziziensis* – *B. ruziziensis* – soja, para as duas cultivares de soja. Salienta-se que estes resultados não foram melhores economicamente em consequência das baixas produtividades da soja na safra 2007/2008.

A análise de eficiência econômica (relação benefício/custo) é dada pela divisão das receitas obtidas e o valor atual dos custos (GUIDUCCI et al., 2012) e indica que os tratamentos com valores iguais ou maiores de 1,0 são os mais eficientes, enquanto valores abaixo de 1,0 são ineficientes. A eficiência média dos tratamentos foi de 2,1. A maior eficiência é encontrada com os tratamentos milho-milho-soja suscetível (2,5) e milho-milho-soja resistente (2,4). O tratamento soja suscetível-braquiária-soja resistente (1,7) tem a menor eficiência (Tabela 6).

A taxa de retorno para o empreendedor, que consiste na relação renda líquida e custo total, também é superior nas sucessões milho-milho-soja suscetível, atingindo 149% ante 141,8% obtida com milho-milho-soja suscetível e ante 134%, da sucessão soja-milho-soja resistente. Isso significa que para cada R\$ 1,00 nas sucessões, gera-se o equivalente a R\$ 1,41 de renda líquida com milho-milho-soja suscetível, enquanto com milho-milho-soja resistente obtém-se R\$ 1,34 (Tabela 6).

O indicador lucratividade, expresso através da porcentagem da receita, que representa o lucro relativo a cada tratamento, foi, em média, de 50,7% (Tabela 6), ratificando a eficiência econômica dos sistemas de produção. Com relação a esse indicador, individualmente, os tratamentos mais eficientes são também os mais lucrativos, indicando a importância econômica da rotação de culturas para o sistema de produção e contribuindo para a elevação no lucro do produtor.



**Tabela 6.** Análise de eficiência econômica e taxa de rentabilidade dos sistemas de rotação no período de 2005/2006 a 2007/2008.

Tratamento	Eficiência	Rentabilidade (%)	Lucratividade (%)
SS – SS – SS	1,8	75,6	43,0
SS – M – SS	2,2	124,2	55,4
SS – B – SS	1,8	80,4	44,6
M – M – SS	2,5	149,0	59,8
B – B – SS	2,2	116,2	53,7
SS – SS – SR	1,8	77,1	43,5
SS – M – SR	2,3	134,0	57,3
SS – B – SR	1,7	69,5	41,0
M – M – SR	2,4	141,8	58,6
B – B – SR	2,0	99,6	49,9
Média	2,1	106,7	50,7

Os resultados da simulação da análise econômica, tanto no que diz respeito à receita, à renda líquida e à taxa de retorno, fazem supor que o efeito das rotações de culturas com *B. ruziziensis* sobre a densidade populacional do nematóide reniforme, embora significativa, não é suficiente para trazer vantagens financeiras no período considerado de três safras agrícolas.

## Conclusões

1. A rotação anual ou bianual de soja com milho ou *B. ruziziensis* reduz a densidade populacional do nematóide reniforme no solo.
2. Períodos mais longos de cultivo de milho ou *B. ruziziensis* são mais eficientes na redução da população do nematóide reniforme.
3. O cultivo de soja suscetível após as rotações promove o restabelecimento de altas densidades populacionais do nematóide no solo.
4. Sistemas de rotação de soja com a cultura do milho apresentam vantagens econômicas sobre os sistemas de rotação de soja com *B. ruziziensis* ou sobre o monocultivo de soja.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos técnicos de laboratório Leonardo Menegucci e Alex Sandro Vicentin e ao técnico agrícola Mauro Rumiatto, da Embrapa Agropecuária Oeste, pelo apoio na condução do trabalho, e à Fundação MS pela cedência da área para a execução do trabalho e colaboração nos tratamentos culturais.

## Referências

ASMUS, G. L. Evolução da ocorrência de *Rotylenchulus reniformis* em Mato Grosso do Sul, durante o quinquênio 2001/2005. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 221-222. (Embrapa Soja. Documentos, 257).

ASMUS, G. L. Reação de genótipos de soja ao nematóide reniforme. **Fitopatologia Brasileira**, v. 33, n.1, p. 69-71, 2008.

ASMUS, G. L.; ISHIMI, C. M. Flutuação populacional de *Rotylenchulus reniformis* em solo cultivado com algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 51-57, 2009.

ASMUS, G. L.; RICHETTI, A. **Rotação de culturas para o manejo do nematóide reniforme em algodoeiro**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 26 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 55). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24264/1/BP201055.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2015.

CASWELL, E. P.; De FRANK, J.; APT, W. J.; TANG, C. S. Influence of nonhost plants on population decline of *Rotylenchulus reniformis*. **Journal of Nematology**, v. 23, n. 1, p. 91-98, 1991.

CECCON, G.; XIMENES, A. C. A. **Sistemas de produção de milho safrinha em Mato Grosso do Sul**. [S.l.]: Infobibos, 2006. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_3/SisSafrinha/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/SisSafrinha/index.htm)>. Acesso em: 2 set. 2015.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. A. **Method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: State Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77 p.

DAVIS, R. F.; KOENNING, S. R.; KEMERAIT, R. C.; CUMMINGS, T. D.; SHURLEY, W. D. *Rotylenchulus reniformis* management in cotton with crop rotation. **Journal of Nematology**, v. 35, n. 1, p. 58–64, 2003.

DIAS, W. P.; ASMUS, G. L.; SILVA, J. F. V.; GARCIA, A.; CARNEIRO, G. E. S. Nematoides. In: ALMEIDA, A.M.R.; SEIXAS, C. D. S. (Ed.). **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. p. 173-206.

GAZAWAY, W. S.; ARKRIDGE, J. R.; McLEAN, K. Impact of various crop rotations and various winter cover crops on reniform nematode in cotton. In: BELTWISE COTTON CONFERENCES, 2000, San Antonio. **Proceedings...** San Antonio: National Cotton Council of America: The Cotton Foundation, 2000. p. 162-163. Disponível em: <[www.cotton.org/beltwide/proceedings](http://www.cotton.org/beltwide/proceedings)>. Acesso em: 28 fev. 2005.

GUIDUCCI, R. do C. N.; ALVES, E. R. de A.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção. In: GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 17-78.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, n. 9, p. 692, 1964.

LEANDRO, H. M.; ASMUS, G. L. Efeito de gramíneas forrageiras em rotação, sucessão ou consorciação com soja sobre a população do nematóide reniforme. **Nematologia Brasileira**, v. 36, n. 3/4, p. 55-61, 2012.

MACHADO, L. A. Z.; CECCON, G.; ADEGAS, F. S. **Integração lavoura-pecuária-floresta**. 2. Identificação e implantação de forrageiras na integração lavoura-pecuária. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 57 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 111). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60551/1/DOC.111.2011.CPAO.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2015.

RICHETTI, A. **Estimativa de custo de produção de soja, safra 2006/07, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006a. 12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 123). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24409/1/COT2006123.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2015.

RICHETTI, A. **Estimativa do custo de produção de milho, safra 2006/07, para Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006b. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 122). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24408/1/COT2006122.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2015.

RICHETTI, A. **Estimativa do custo de produção de soja, safra 2007/08, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 11 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 134). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/38564/1/COT2007134.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2015.

RICHETTI, A.; STAUT, L. A. **Estimativa do custo de produção de milho 1ª safra, 2005/06, para Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 109). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24683/1/COT2005109.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2015.

RICHETTI, A.; STAUT, L. A.; GOMEZ, S. A. **Estimativa do custo de produção de soja, safra 2005/06, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 13 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 108). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24684/1/COT2005108.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2015.

ROBBINS, R. T.; RAKES, L. Resistance to the reniform nematode in selected soybean cultivars and germplasm lines. **Journal of Nematology**, v. 28, n. 4S, p. 612-615, 2006.

ROBBINS, R. T.; SHIPE, E. R.; JACKSON, L. E.; GBUR, E. E.; DOMBEK, D. G. Host suitability of soybean cultivars and breeding lines to reniform nematodes in tests conducted in 2001. **Journal of Nematology**, v. 34, n. 4, p. 378-383, 2002.

ROBINSON, A. F. Reniform nematodes: *Rotylenchulus* species. In: STARR, J. L.; COOK, R.; BRIDGE, J. (Ed.). **Plant resistance to parasitic nematodes**. Oxon: Cabi, 2002. cap. 7, p. 153-174.

ROBINSON, A. F.; INSERRA, R. N.; CASWELL-CHEN, E. P.; VOVLAS, N.; TROCCOLI, A. *Rotylenchulus* species: identification, distribution, host ranges, and crop plant resistance. **Nematropica**, v. 27, n. 2, p. 127-180, 1997.

RUSH, D. E.; GAZAWAY, W. S.; AKRIDGE, J. R. Effect of rotation on reniform nematode control in cotton. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 1996, Nashville. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council of America: The Cotton Foundation, 1996. p. 247. Disponível em: <[www.cotton.org/beltwide/proceedings](http://www.cotton.org/beltwide/proceedings)>. Acesso em: 28 fev. 2005.

SEREIA, A. R.; ASMUS, G. L.; FABRICIO, A. Influência de diferentes sistemas de produção sobre a população de *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940) no solo. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 42-45, 2007.

TECNOLOGIAS de produção de soja – região Central do Brasil 2007. Londrina: Embrapa Soja; [Planaltina, DF]: Embrapa Cerrados; [Dourados]: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225 p.

TORRES, G. R. G.; PEDROSA, E. M. R.; MOURA, R. M. Sobrevivência de *Rotylenchulus reniformis* em solo naturalmente infestado submetido a diferentes períodos de armazenamento. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 203-206, 2006.



---

*Agropecuária Oeste*

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA

CGPE 12494